

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/053325

International filing date: 08 December 2004 (08.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR  
Number: 03/15022  
Filing date: 19 December 2003 (19.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 26 January 2005 (26.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



03/15/02  
The 01-1  
(1)

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 13 DEC. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M+Planché', enclosed within a large, loopy oval stroke.

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



4



1er dépôt

PCT/EP200 4 / 0 5 3 3 2 5

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*03

26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

N° Indigo 0 825 83 85 87

0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

page 1/2

**BR1**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>19 DEC 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS 34 SP</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0315022</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>19 DEC. 2003</b> PAR L'INPI		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  Madame Sophie ESSELIN THALES INTELLECTUAL PROPERTY 31-33 avenue Aristide Briand 94117 ARCUEIL CEDEX	
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) <b>632 77</b>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) <b>DISPOSITIF AVANCE D'ANTI-COLLISION TERRAIN</b>			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b> (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		15 15 20 15 19 02 14	
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	45 rue de Villiers	
	Code postal et ville	19 12 20 01 NEUILLY-SUR-SEINE	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page

**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**
**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
 page 2/2

**BR2**


Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE **19 DEC 2003**LIEU **75 INPI PARIS 34 SP**N° D'ENREGISTREMENT **0315022**

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 210502

<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>		
Nom		ESSELIN
Prénom		Sophie
Cabinet ou Société		THALES
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325
Adresse	Rue	31-33 avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	94117 ARCUEIL CEDEX
	Pays	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)		01 41 48 45 24
N° de télécopie (facultatif)		01 41 48 45 01
Adresse électronique (facultatif)		sophie.esselin@thalesgroup.com
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		<b>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</b>
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : <b>Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)</b>
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		<b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b>
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		<b>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</b> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">  </span>
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  Sophie ESSELIN		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  

## DISPOSITIF AVANCE D'ANTI-COLLISION TERRAIN

Le domaine de l'invention est celui des systèmes embarqués d'anticollision terrain pour aéronefs.

5 Les collisions avec le terrain alors que l'aéronef est parfaitement contrôlé encore appelées « CFIT », acronyme anglo-saxon pour « Controlled Flight Into Terrain » signifiant « Collision avec le terrain en vol contrôlé » ont été et demeurent toujours une des principales causes des catastrophes aériennes. Développés il y a une trentaine d'années, les systèmes dits  
10 « GPWS » acronyme anglo-saxon pour « Ground Proximity Warning System » signifiant « Système d'avertissement de proximité de terrain » ont permis une réduction significative du nombre d'accidents. Ils sont basés sur l'utilisation de radio-sondes qui permettent de déterminer de façon instantanée la position de l'aéronef par rapport au sol. Ces systèmes  
15 rudimentaires et non prédictifs n'ont cependant pas permis d'éliminer complètement les accidents de ce type.

Plus récemment, les systèmes de type « GCAS » acronyme anglo-saxon pour « Ground Collision Avoidance System » signifiant « Système d'évitement de collision avec le terrain » sont apparus. Ces  
20 systèmes reposent sur l'utilisation de systèmes de prédiction de trajectoires potentielles de l'appareil et de la détermination de collisions possibles entre ces trajectoires et le terrain. Le pilote peut ainsi anticiper une collision future et réagir en conséquence.

Plus récemment encore, les systèmes d'anticollision avec le  
25 terrain ont pris le terme générique de « TAWS » acronyme anglo-saxon pour « Terrain Awareness Warning System » signifiant « Système d'avertissement de présence du terrain » et recouvrent l'ensemble des systèmes possédant une fonction de prédiction des collisions potentielles avec le terrain. Ces systèmes sont définis par une norme aéronautique internationale, la  
30 TSO C151A, et remplissent en plus des fonctions GPWS habituelles, les fonctions additionnelles d'alerte prédictive de risques de collision avec le relief et/ou des obstacles au sol dite « FLTA », acronyme anglo-saxon

signifiant « predictive Forward-Looking Terrain collision Awareness and alerting » et de descente prématurée dite « PDA », acronyme anglo-saxon signifiant «Premature Descent Alerting». Ces fonctions FLTA et PDA consistent à avertir l'équipage par des pré-alertes ou des alertes opportunes  
5 chaque fois qu'en vol contrôlé, une situation de risque de collision avec le terrain se présente, en particulier lorsque la trajectoire prévisible à court terme de l'aéronef rencontre le relief et/ou un obstacle au sol, afin qu'une manœuvre d'évitement soit engagée. Le pilote peut ainsi éviter le « CFIT » par une manœuvre d'évitement appropriée. La manœuvre de base est dite  
10 de « pull-up » signifiant évitement vertical.

Ces fonctions peuvent selon l'implémentation être regroupées en un seul mode dit « CPA », acronyme anglo-saxon pour « Collision Prediction and Alerting » signifiant mode de « prédiction et d'alerte ».

15 La première génération de systèmes « TAWS » assure les fonctions de prédictions de trajectoires potentielles, de détermination de risque de collision avec le terrain, d'affichage cartographique du terrain comportant l'indication du risque de collision et d'alertes sonores en cas de risque de collision. Certains systèmes de seconde génération des systèmes  
20 « TAWS » permettent non seulement la prédiction du risque de collision avec le terrain, mais encore alertent le pilote sur la faisabilité de la manœuvre de dégagement à effectuer pour anticiper ce risque de collision. Cela est rendu possible par l'utilisation en temps réel des capacités de vitesse ascensionnelle de l'aéronef.

25 D'une façon plus précise, le mode « CPA » est basé sur une comparaison entre une surface encore appelée profil de sécurité notée S ou en terminologie anglo-saxonne « clearance sensor » et la surface ou le profil de terrain situé sous ladite surface ou ledit profil de sécurité, ladite  
30 comparaison prenant en compte une marge de sécurité. Le profil de terrain est issu d'une représentation topographique extraite d'une base de données de terrain et/ou d'obstacles, embarquée à bord de l'aéronef et est corrélé avec la position de l'aéronef grâce aux senseurs de position de l'aéronef.

La surface ou le profil de sécurité S sont représentés schématiquement sur les deux coupes de la figure 1 qui représentent une vue latérale et une vue de dessus de ladite surface ou dudit profil.

L'intersection de ladite surface S avec un plan vertical contenant l'aéronef A forme une trajectoire dite trajectoire prédite  $T_P$ . Sur la figure 1, l'origine O de cette trajectoire prédite est prise sous l'aéronef, à sa verticale et avec une marge verticale de sécurité MV dont la valeur est déterminée en fonction de différents paramètres tels que, par exemple, la phase de vol, la vitesse verticale de l'aéronef, la distance à l'aéroport le plus proche ou de destination. Dans une première variante de calcul du « clearance sensor », la marge de sécurité est de façon équivalente associée au profil ou à la surface de terrain. Dans ce cas, l'origine O de la trajectoire est prise au niveau de l'aéronef, l'origine du terrain sous l'aéronef étant cette fois rehaussée d'une marge verticale de sécurité MV. On peut, bien entendu, combiner dans une seconde variante, les deux modes de calcul du « clearance sensor », c'est-à-dire prendre l'origine O de la trajectoire sous l'aéronef avec une première marge et « remonter » le terrain d'une seconde marge, la somme de ces deux marges étant égale à la marge de sécurité MV.

Cette origine O déterminée, la trajectoire prédite  $T_P$  comporte deux parties principales comme il est indiqué sur la vue latérale de la figure 1 où la trajectoire prédite figure en traits pleins:

- une première partie correspondant à un premier temps de vol  $T_1$ , fonction d'une prédiction de la trajectoire en cours calculée à partir de l'origine O ;
- une seconde partie correspondant à un second temps de vol  $T_2$  succédant au premier temps de vol  $T_1$ , fonction d'une prédiction d'une trajectoire d'évitement vertical. La première partie est calculée à partir de paramètres de vol comprenant la vitesse et les angles de roulis de l'aéronef.

Généralement, le temps de vol  $T_1$  est au moins égal au temps de réponse nécessaire pour initialiser une manœuvre d'évitement vertical.

La seconde partie est encore appelée « SVRMB » acronyme anglo-saxon pour « Standard Vertical Recovery Maneuver Boundary » signifiant limite de manœuvre d'évitement vertical standard. Elle modélise une limite inférieure de la trajectoire d'évitement vertical standard censée



permettre d'éviter la collision avec le terrain. La manoeuvre comprend, pour le pilote, les opérations successives suivantes :

- 5 • Réduire l'angle de roulis jusqu'à la stabilisation horizontale de l'aéronef. A titre d'exemple, la vitesse est de 15 degrés par seconde ;
- Cabrer l'aéronef sous un facteur de charge compatible des performances de l'aéronef. A titre d'exemple, le facteur de charge est de 0.5 g ;
- 10 • Maintenir l'angle de cabrage de l'aéronef soit avec une pente standard égale à un certain pourcentage de la pente maximale possible de l'aéronef, par exemple égal à 90 pour cent, soit avec une pente égale à la pente de l'aéronef lorsque celle-ci est déjà supérieure à ladite pente standard. La durée typique  $T_2$  de cette phase est de l'ordre de 112 secondes. Cette durée
- 15 peut être modulée en fonction de la proximité de l'aéroport pour certaines zones montagneuses ou pour d'autres considérations de vol.

La trajectoire future  $T_F$  de l'aéronef en cas de manoeuvre d'évitement vertical est figurée en traits pointillés sur la vue latérale de cette

20 figure.

La surface ou le profil de sécurité sont limités latéralement par une limite gauche  $T_G$  et une limite droite  $T_D$  comme on le voit sur la vue de dessus de la figure 1 où ces limites figurent en traits pleins. Ces limites correspondent à des trajectoires prédites limites de l'aéronef pendant une

25 durée de vol correspondant à la somme des premier et second temps de vol  $T_1$  et  $T_2$ , lesdites limites étant définies essentiellement par une marge latérale  $ML$  prenant son origine au point  $O$  et au moins un angle d'ouverture latéral gauche  $\theta_G$  et au moins un angle d'ouverture latéral droit  $\theta_D$ , la gauche et la droite étant définies par rapport au sens de la trajectoire de l'aéronef.

30 Les limites du terrain situé sous l'aéronef utilisé pour la comparaison avec la surface ou le profil de sécurité sont obtenues par la projection verticale des limites gauche et droite de la surface de sécurité sur le terrain situé sous l'aéronef.

La marge latérale  $ML$  prise dans un plan horizontal passant par

35 l'origine  $O$  vaut typiquement 100 mètres de part et d'autre de l'aéronef. Les

angles d'ouverture peuvent varier en fonction de la courbure prévisionnelle de la trajectoire future de l'appareil dans un plan horizontal. Ladite trajectoire est représentée en traits pointillés sur la figure 1. Du côté convexe de la courbure, l'angle d'ouverture latéral vaut typiquement quelques degrés. Il est  
5 limité à une valeur de 90 degrés. Du côté opposé, il vaut typiquement 1.5 degrés. Sur la figure 1, l'aéronef vire à droite. Par conséquent, l'angle d'ouverture latéral droit  $\theta_D$  vaut plusieurs degrés et l'angle d'ouverture latéral gauche  $\theta_G$  vaut 1.5 degrés. De cette façon, la surface située entre ces deux limites couvre toute la zone susceptible d'être survolée par l'aéronef pendant  
10 une durée de vol égale à la somme du premier temps de vol  $T_1$  et du second temps de vol  $T_2$ .

Actuellement, le mode « CPA » calcule deux surfaces ou profils de sécurité, la première surface  $S_{MT}$  est appelée Surface ou Profil de sécurité à moyen terme ou encore en terminologie anglo-saxonne « Medium Term  
15 Clearance Sensor » et la seconde  $S_{CT}$  est appelée Surface ou Profil de sécurité à court terme ou encore en terminologie anglo-saxonne « Short Term Clearance Sensor ». Ces surfaces sont représentées en figure 2.

La surface ou le profil de sécurité à court terme sont calculés comme indiqué aux paragraphes précédents.

20 La surface ou le profil de sécurité à moyen terme comprennent deux parties. La première partie peut être déterminée de façon similaire à la première partie de la surface de sécurité ou du profil à court terme . La seconde partie correspond à une seconde surface ou un second profil de sécurité pouvant être bâti selon des principes de calcul similaires à ceux de  
25 la surface ou du profil de sécurité à court terme mais en prenant l'origine  $O'$  de ladite seconde surface non plus au niveau de l'aéronef A mais sur la trajectoire prédite en avant de l'aéronef. Typiquement, le premier temps de vol  $T_1$  de la trajectoire prédite de la surface ou du profil de sécurité à moyen terme a une durée d'environ 20 secondes, le premier temps de vol de la  
30 trajectoire prédite de la surface ou du profil de sécurité à court terme a une durée d'environ 8 secondes. Ces valeurs de 20 secondes et de 8 secondes peuvent être modulées en fonction de considérations telles que la hauteur de l'aéronef au dessus du sol, la vitesse-air de l'aéronef, sa vitesse verticale, la proximité d'un aéroport,...

La surface ou le profil de sécurité à moyen terme  $S_{MT}$  est dédiée, en relation avec la surface ou le profil du terrain, correspondant à la détection avancée de risque de collision avec le terrain G comme indiqué sur la figure 3. Le risque de collision est figuré par une étoile blanche. En cas de risque de collision, une pré-alarme est émise sous forme sonore et/ou visuelle. Dans ce cas, le terrain potentiellement dangereux est figuré typiquement en jaune uni sur les visualisations de la planche de bord. Le pilote peut alors évaluer la situation et rectifier ou non sa trajectoire en cours.

La surface ou le profil de sécurité à court terme  $S_{CT}$  est dédiée, en relation avec la surface ou le profil du terrain correspondant, à la détection de risque de collision imminente avec le terrain G comme indiqué sur la figure 4. En cas de risque de collision, une alarme est émise sous forme sonore et/ou visuelle. Cette alarme est dans le cas général une alarme dite d'évitement vertical encore appelée en terminologie anglo-saxonne « pull-up ». Dans ce cas, le terrain dangereux est figuré typiquement en rouge uni sur les visualisations de la planche de bord. Le pilote doit impérativement amorcer une manœuvre d'évitement vertical.

Néanmoins, dans certains cas, l'alarme associée à un évitement vertical est remplacée par une alarme dite d'évitement transversal encore appelée en terminologie anglo-saxonne « avoid terrain ». Ces cas surviennent quand une trajectoire d'évitement vertical ne permettrait pas d'éviter la collision avec le terrain, typiquement lors de la mise en virage ou d'arrêt de virage dans des zones montagneuses. L'évitement transversal ne doit pas, dans ces cas particuliers, se limiter à une simple manœuvre dite évasive verticale mais aussi intégrer une composante transversale afin d'éviter la collision, le taux de manœuvre pouvant être fourni par le système TAWS. Dans ce cas, le terrain dangereux est typiquement représenté par des bandes alternativement rouges et noires sur les visualisations de la planche de bord. Le pilote doit impérativement amorcer une manœuvre d'évitement transversal.

Cette alarme « avoid terrain » est déclenchée dans certaines situations spécifiques détaillées ci-dessous :

- Lorsque la surface ou le profil du terrain situé dans la surface ou le profil de sécurité dépasse localement en un ou plusieurs points ou en une ou plusieurs sections de façon très

importante le niveau de ladite surface ou dudit profil de sécurité. Dans ce cas, une manœuvre d'évitement vertical peut se révéler insuffisante pour éliminer tout risque de collision. Cette situation peut se produire lorsque l'appareil A est à une hauteur significativement plus faible que le terrain environnant, par exemple, lorsque l'appareil est en phase d'approche d'aéroports P situés en zone montagneuse comme à Calvi, à Chambéry, à Katmandou, à Innsbruck, ... Ce cas est présenté sur les vues latérales et de dessus de la figure 5 où la trajectoire future  $T_F$  de l'aéronef A figure en traits pleins et la surface ou le profil de sécurité S en pointillés.

- Lorsqu'une très large portion de la surface ou du profil du terrain entre dans le profil ou la surface de sécurité. Dans ce cas également, il n'est pas sûr qu'une manœuvre d'évitement vertical permette de conserver une marge de sécurité verticale suffisante permettant d'éviter la collision. Cette situation est figurée en figure 6.
- Lorsque l'aéronef A change rapidement de trajectoire, soit en augmentant la courbure de sa trajectoire comme indiqué en figure 7, soit en la diminuant comme indiqué en figure 8. Sur les vues de ces deux figures, on a indiqué la position et la trajectoire future  $T_F$  de l'aéronef A aux instants T et  $T+\Delta T$ . A l'instant T, la trajectoire future symbolisée par une flèche ne laissait pas présager de collision avec le terrain G. A l'instant  $T+\Delta T$ , un changement de trajectoire entraîne un risque de collision rapprochée.
- Lorsque le pilote n'a pas réagi suffisamment vite à une alarme d'évitement vertical.

La manœuvre d'évitement transversal consiste soit à réaliser une manœuvre d'évitement vertical accompagnée d'un virage avec un rayon de braquage approprié, soit encore à une correction de la dernière action de pilotage effectuée par le pilote pour obtenir la correction de trajectoire nécessaire.

Un des points délicats de la gestion des systèmes « TAWS » est de déterminer précisément les situations dans lesquelles l'alarme

d'évitement transversal dit « avoid terrain » doit être déclenchée, la simple comparaison entre les surfaces ou les profils de sécurité à moyen et court terme et les surfaces ou profils de terrain pouvant dans les situations spécifiques évoquées plus haut se révéler insuffisante.

5           En effet avec une telle comparaison, la hauteur de dépassement du terrain au-dessus de la surface de sécurité n'est pas établie.

10           L'invention propose de considérer en plus des surfaces ou profils de sécurité usuellement calculés une surface ou un profil appelés surface ou profil de sécurité immédiate ou encore en terminologie anglo-saxonne « Immediate Clearance Sensor » permettant de discerner avec une plus grande exactitude le type d'alarme et de manœuvre à effectuer. Une telle invention permet de fournir des alarmes appropriées à la situation et donc de diminuer ainsi de façon sensible le risque de collision avec le terrain.

15

          Plus précisément, l'invention a pour objet un dispositif embarqué d'anticollision terrain pour aéronef comprenant au moins :

- 20           • Une mémoire comportant des données topographiques du terrain et/ou des obstacles survolés ;
- 25           • Des moyens de traitement d'informations comportant :
  - Une entrée pour recevoir des paramètres de vol ;
  - Des premiers moyens de prédiction de trajectoire pour établir à partir desdits paramètres de vol au moins un premier profil ou une première surface de sécurité correspondant à une première trajectoire prédite ;
  - 30           ○ Des premiers moyens de calcul topographique pour établir à partir desdits paramètres de vol au moins un premier profil ou une première surface topographique constitué à partir des données topographiques du terrain et/ou des obstacles survolés ;
  - Des premiers moyens de comparaison pour établir au moins une première comparaison entre ledit premier profil ou ladite première surface de sécurité et un premier profil ou une première surface topographique pour

déterminer au moins un premier risque de collision de l'aéronef avec le sol ;

- Des moyens d'alarmes reliés aux dits moyens de traitement pour établir au moins un premier état dit de première alarme en fonction des résultats de la première comparaison,

caractérisé en ce que :

- les moyens de traitement d'informations comportent également :
  - Des seconds moyens de prédiction de trajectoire pour établir à partir des paramètres de vol un deuxième profil ou une deuxième surface de sécurité correspondant à une deuxième trajectoire prédite ;
  - Des seconds moyens de calcul pour établir à partir des paramètres de vol un deuxième profil ou une deuxième surface topographique constitué à partir des données topographiques du terrain et/ou des obstacles survolés ;
  - Des seconds moyens de comparaison pour établir une seconde comparaison entre ledit deuxième profil ou ladite deuxième surface de sécurité et le deuxième profil ou la deuxième surface topographique pour déterminer un deuxième risque de collision de l'aéronef avec le sol ;
- les moyens d'alarmes peuvent établir un deuxième état dit de seconde alarme en fonction des résultats de la deuxième comparaison, ledit second état différent du premier état d'alarme.

Avantageusement, le dispositif comprend également :

- Des moyens de traitement d'informations comportant :
  - Des troisièmes moyens de prédiction de trajectoire pour établir au moins à partir des paramètres de vol un troisième profil ou une troisième surface de sécurité correspondant à une troisième trajectoire prédite ;
  - Des troisièmes moyens de calcul topographique pour établir au moins à partir desdits paramètres de vol un troisième profil ou une troisième surface topographique

constitué à partir des données topographiques du terrain et/ou des obstacles survolés ;

- 5                   o Des troisièmes moyens de comparaison pour établir au moins une troisième comparaison entre ledit troisième profil ou ladite troisième surface de sécurité et un troisième profil ou une troisième surface topographique pour déterminer au moins un troisième risque de collision de l'aéronef avec le sol ;
- 10               • Des moyens d'alarmes reliés aux dits moyens de traitement pour établir au moins un état dit de pré-alarme en fonction des résultats de la troisième comparaison.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non  
15   limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- La figure 1 représente une vue latérale et une vue de dessus de la surface de sécurité selon l'art antérieur ;
- la figure 2 représente une vue de dessus d'une surface de sécurité définie à court terme et d'une surface de sécurité définie à moyen  
20   terme ;
- la figure 3 représente la comparaison entre la surface de sécurité à moyen terme et la surface du terrain ;
- la figure 4 représente la comparaison entre la surface de sécurité à court terme et la surface du terrain ;
- 25   • la figure 5 représente une première situation déclenchant une alarme et une manœuvre d'évitement transversal ;
- la figure 6 représente une seconde situation déclenchant une alarme et une manœuvre d'évitement transversal ;
- la figure 7 représente une troisième situation déclenchant une  
30   alarme et une manœuvre d'évitement transversal ;
- la figure 8 représente une quatrième situation déclenchant une alarme et une manœuvre d'évitement transversal ;
- la figure 9 représente la surface de sécurité à moyen terme, la surface de sécurité à court terme et la surface de sécurité  
35   immédiate selon l'invention.

Le dispositif embarqué d'anticollision terrain comporte donc un mode « CPA » générant au moins :

- une surface ou un profil de sécurité à moyen terme  $S_{MT}$  encore appelée « Medium Term Clearance Sensor »
- et/ou une surface ou un profil de sécurité à court terme  $S_{CT}$  encore appelée « Short Term Clearance Sensor »
- et une surface ou un profil de sécurité dite immédiate  $S_I$  selon l'invention encore appelée « Immediate Clearance Sensor »

La surface ou profil de sécurité à moyen terme  $S_{MT}$  est dédiée à la détection d'une potentielle collision avec le terrain à moyen terme. En cas de risque de collision, une pré-alarme est émise de façon que le pilote prenne connaissance du risque et puisse anticiper ce danger.

La surface de sécurité à court terme  $S_{CT}$  est dédiée à la détection d'une potentielle collision avec le terrain à court terme. En cas de risque de collision, une première alarme est émise indiquant au pilote qu'il doit amorcer sans délai une manœuvre d'évitement verticale dite de « pull-up ».

La surface ou profil de sécurité dite immédiate  $S_I$  est dédiée à la détection d'une potentielle collision avec le terrain à très court terme, collision qui ne peut être évitée par une simple manœuvre d'évitement vertical. En cas de risque de collision, une seconde alarme est émise d'évitement transversal dite de « avoid terrain », notablement différente de l'alarme dite de « pull-up ». Dans la majorité des cas, le pilote doit alors amorcer ou une manœuvre d'évitement transversal ou une annulation de la correction de trajectoire ayant conduit à cette situation.

Le calcul de cette surface ou profil de sécurité immédiate permet de discriminer les situations où une manœuvre de « pull-up » est suffisante pour éviter la collision des situations où une manœuvre de « avoid terrain » est impérative pour éviter la collision, cette discrimination n'étant assurée ni par les systèmes « TAWS » de première génération, ni de façon pleinement satisfaisante par les systèmes « TAWS » de seconde génération.

Par conséquent, la première alarme est du type alarme d'évitement vertical et la seconde alarme est du type alarme d'évitement transversal, l'alarme d'évitement vertical correspondant pour le pilote à une



manœuvre d'évitement vertical et l'alarme d'évitement transversal correspondant pour le pilote à une manœuvre d'évitement transversal.

Les surfaces ou profils de sécurité à moyen terme, à court terme et immédiate sont définis comme précédemment en fonction d'une trajectoire prédite bornée par deux limites latérales. Chacune des trajectoires prédites comprend deux parties :

- une première partie correspondant à un premier temps de vol, fonction d'une prédiction de la trajectoire en cours calculée en à partir d'une origine O prise au niveau de l'aéronef ;
- une seconde partie correspondant à un second temps de vol  $T_1$  succédant au premier temps de vol, fonction d'une prédiction d'une trajectoire d'évitement vertical.

Les paramètres définissant la première partie ou la seconde partie de la trajectoire prédite de la surface de sécurité immédiate peuvent être sensiblement différents des paramètres définissant les autres surfaces de sécurité. En particulier, la marge verticale de sécurité peut avoir une valeur différente, en général plus faible que les marges verticales utilisées avec les surfaces de type « Short Term Clearance Sensor » et « Medium Term Clearance Sensor ».

Le premier temps de vol pour la surfaces ou profils de sécurité à moyen terme a une durée d'environ 20 secondes, le premier temps de vol pour la surface ou profil de sécurité à court terme a une durée d'environ 8 secondes et le premier temps de vol pour la surface ou profil de sécurité immédiate a une durée faible, typiquement inférieure à 3 secondes.

La première, la seconde et la troisième surface ou profils de sécurité sont bornées latéralement par une limite gauche et une limite droite, lesdites limites étant définies essentiellement par une marge latérale et au moins un angle d'ouverture latéral gauche et au moins un angle d'ouverture latéral droit.

Les paramètres définissant la surface ou profil de sécurité immédiate  $S_1$  dite « Immediate Clearance Sensor » selon l'invention peuvent être voisins ou identiques de ceux définissant la surface ou profil de sécurité à moyen terme et à court terme. Pour optimiser l'efficacité de ladite surface ou dudit profil de sécurité immédiate, les marges latérales ou les angles d'ouverture latéraux droit et gauche des limites de ladite surface ou profil de

sécurité immédiate peuvent être également sensiblement différents des marges latérales ou des angles d'ouverture latéraux droit et gauche des limites des autres surfaces prédites. Pour améliorer l'efficacité du système selon l'invention, au moins un des premiers moyens de comparaison ou des  
5 seconds moyens de comparaison peuvent avantageusement comporter un indicateur de criticité du risque de collision avec le terrain. Ledit indicateur de criticité peut dépendre de la surface ou du profil de terrain située au dessus d'une des surfaces ou profil de sécurité. Il peut également dépendre de la surface de terrain et de la hauteur de terrain situées au dessus d'une des  
10 surfaces de sécurité.

Les alarmes sont de type sonore ou visuelle. Elles peuvent être indiquées dans ce dernier cas sur les visualisations de planche de bord de l'aéronef.

Avantageusement, les moyens de traitement d'informations  
15 peuvent comporter des moyens de gestion d'alarme en fonction de l'évolution des risques de collision avec le terrain.

Le dispositif comprend alors des moyens pour commuter les alarmes d'évitement transversal et d'évitement vertical, quand la situation de l'aéronef évolue. En effet, les alarmes fournies par des dispositifs de ce type  
20 sont typiquement maintenues tant que la situation de danger de collision n'est pas résolue.

Afin d'éviter les commutations intempestives, une telle commutation peut typiquement être effectuée quand la situation de l'aéronef a changé de façon significative et que la trajectoire a notablement évolué,  
25 par exemple par un changement de la pente ou du roulis ou du cap de plus de quelques degrés, typiquement de 2 à 10 degrés.

## REVENDICATIONS

- 5                    1. Dispositif embarqué d'anticollision terrain pour aéronef  
comprenant au moins :
- Une mémoire comportant des données topographiques du terrain et/ou des obstacles survolés ;
  - Des moyens de traitement d'informations comportant :
    - 10                    o Une entrée pour recevoir des paramètres de vol ;
    - o Des premiers moyens de prédiction de trajectoire pour établir à partir desdits paramètres de vol au moins un premier profil ou une première surface de sécurité correspondant à une première trajectoire prédite ;
    - 15                    o Des premiers moyens de calcul topographique pour établir à partir desdits paramètres de vol au moins un premier profil ou une première surface topographique constitué à partir des données topographiques du terrain et/ou des obstacles survolés ;
    - 20                    o Des premiers moyens de comparaison pour établir au moins une première comparaison entre ledit premier profil ou ladite première surface de sécurité et un premier profil ou une première surface topographique pour déterminer au moins un premier risque de collision de l'aéronef avec le sol ;
    - 25                    • Des moyens d'alarmes reliés aux dits moyens de traitement pour établir au moins un premier état de première alarme en fonction des résultats de la première comparaison,
- caractérisé en ce que
- 30                    • les moyens de traitement d'informations comportent également :
    - o Des seconds moyens de prédiction de trajectoire pour établir à partir des paramètres de vol un deuxième profil ou une deuxième surface de sécurité dite de sécurité

immédiate correspondant à une deuxième trajectoire prédite ;

- Des seconds moyens de calcul pour établir à partir des paramètres de vol un deuxième profil ou une deuxième surface topographique constitué à partir des données topographiques du terrain et/ou des obstacles survolés ;
- Des seconds moyens de comparaison pour établir une seconde comparaison entre ledit deuxième profil ou ladite deuxième surface de sécurité et le deuxième profil ou la deuxième surface topographique pour déterminer un deuxième risque de collision de l'aéronef avec le sol ;
- les moyens d'alarmes peuvent établir un deuxième état dit de seconde alarme en fonction des résultats de la deuxième comparaison, différent du premier état d'alarme.

2. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif comprend également :

- Des moyens de traitement d'informations comportant :
  - Des troisièmes moyens de prédiction de trajectoire pour établir au moins à partir des paramètres de vol un troisième profil ou une troisième surface de sécurité correspondant à une troisième trajectoire prédite ;
  - Des troisièmes moyens de calcul topographique pour établir au moins à partir desdits paramètres de vol un troisième profil ou une troisième surface topographique constitué à partir des données topographiques du terrain et/ou des obstacles survolés ;
  - Des troisièmes moyens de comparaison pour établir au moins une troisième comparaison entre ledit troisième profil ou ladite troisième surface de sécurité et un troisième profil ou une troisième surface topographique pour déterminer au moins un troisième risque de collision de l'aéronef avec le sol ;

- Des moyens d'alarmes reliés aux dits moyens de traitement pour établir au moins un état dit de pré-alarme en fonction des résultats de la troisième comparaison.

5                    3. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier temps de vol de la seconde trajectoire prédite a une durée inférieure à 3 secondes.

10                    4. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la première alarme est du type alarme d'évitement vertical et la seconde alarme est du type alarme d'évitement transversal, l'alarme d'évitement vertical correspondant pour le pilote à une manœuvre d'évitement vertical et l'alarme d'évitement transversal correspondant pour le pilote à une manœuvre d'évitement transversal.

                      5. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première, la seconde ou la troisième surface ou profil de sécurité comprennent deux parties :

- 20                    • une première partie correspondant à un premier temps de vol ( $T_1$ ), fonction d'une prédiction de la trajectoire en cours calculée à partir d'une origine (O) prise sous l'aéronef ;
- une seconde partie correspondant à un second temps de vol ( $T_2$ ) succédant au premier temps de vol, fonction d'une
- 25                    prédiction d'une trajectoire d'évitement vertical.

                      6. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon la revendication 5, caractérisé en ce que les paramètres définissant la première partie de la trajectoire ou la seconde partie de la trajectoire de la surface de sécurité

30                    immédiate peuvent être sensiblement différents des paramètres définissant les autres surfaces de sécurité.

                      7. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première, la seconde

35                    ou la troisième surface ou profil de sécurité sont bornées latéralement par

une limites gauche et une limites droite, lesdites limites étant définies essentiellement par une marge latérale et au moins un angle d'ouverture latéral gauche et au moins un angle d'ouverture latéral droit.

5           8. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon la revendication 7, caractérisé en ce que les marges latérales ou les angles d'ouverture latéraux droit et gauche des limite de la surface ou du profil de sécurité immédiate sont sensiblement différents des marges latérales ou des angles d'ouverture latéraux droit et gauche des limites des autres surfaces prédites.

10

9. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que au moins un des premiers moyens de comparaison ou des seconds moyens de comparaison comportent un indicateur de criticité du risque de collision avec le terrain.

15

10. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'indicateur de criticité dépend de la surface/profil de terrain située au dessus de la première ou de la seconde ou de la troisième surface ou profil de sécurité.

20

11. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'indicateur de criticité dépend de la surface ou du profil de terrain et de la hauteur de terrain situées au dessus de la première ou de la seconde ou de la troisième surface ou profil de sécurité.

25

12. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les alarmes sont de type sonore ou visuelle.

30

13. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de traitement d'informations comportent des moyens de gestion d'alarmes en fonction de l'évolution des risques de collision avec le terrain.

35

14. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon la revendication 13, caractérisé en ce que les moyens de gestion d'alarme comprennent des dispositifs de commutation des alarmes d'évitement transversal et d'évitement vertical.

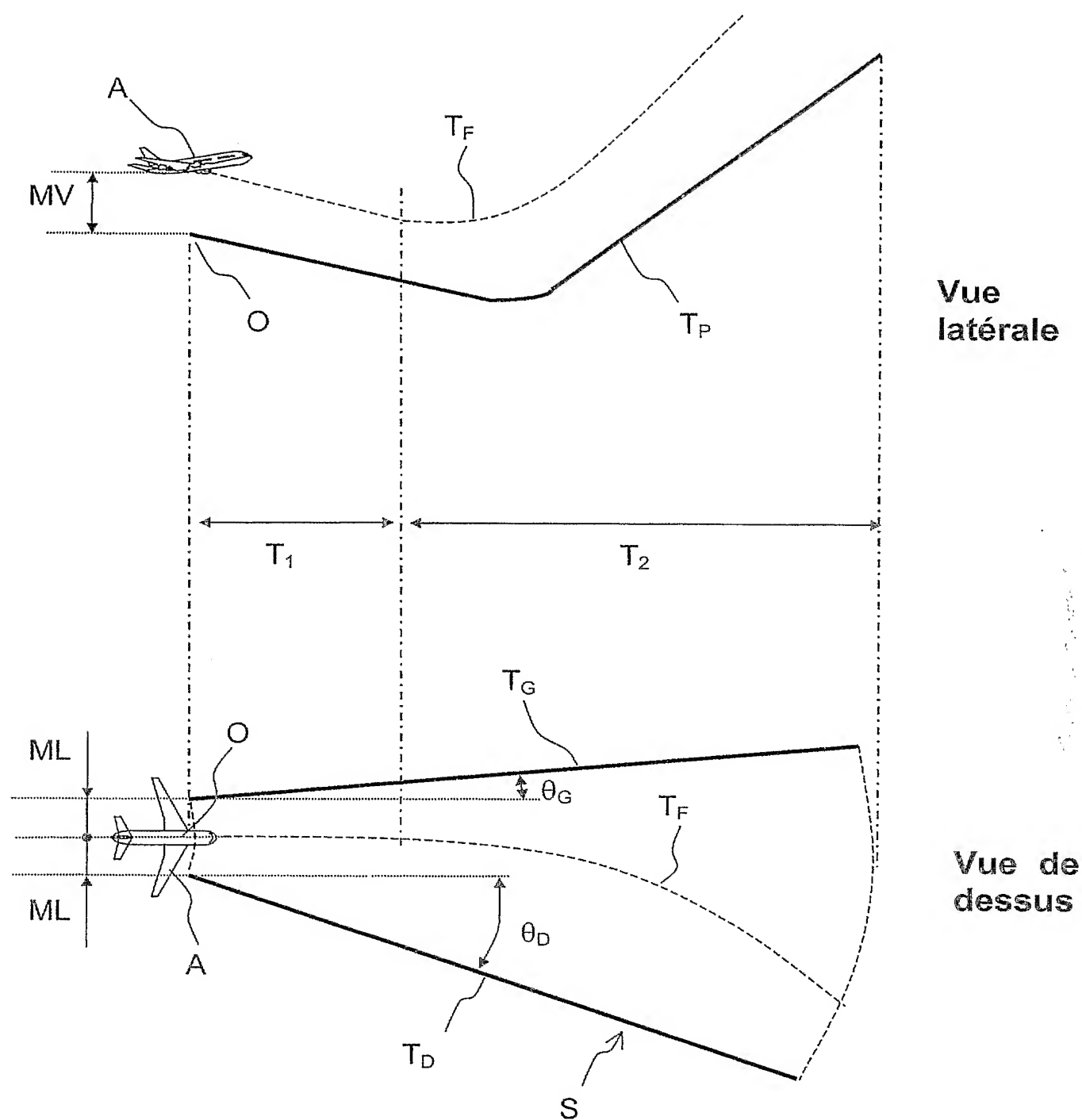
5

15. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon la revendication 14, caractérisé en ce que la commutation est effectuée quand la trajectoire de l'aéronef a notablement évoluée.

10

16. Dispositif embarqué d'anticollision terrain selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'évolution de la trajectoire de l'aéronef est un changement de la pente ou du roulis ou du cap de plus de quelques degrés.

15



**FIG. 1**



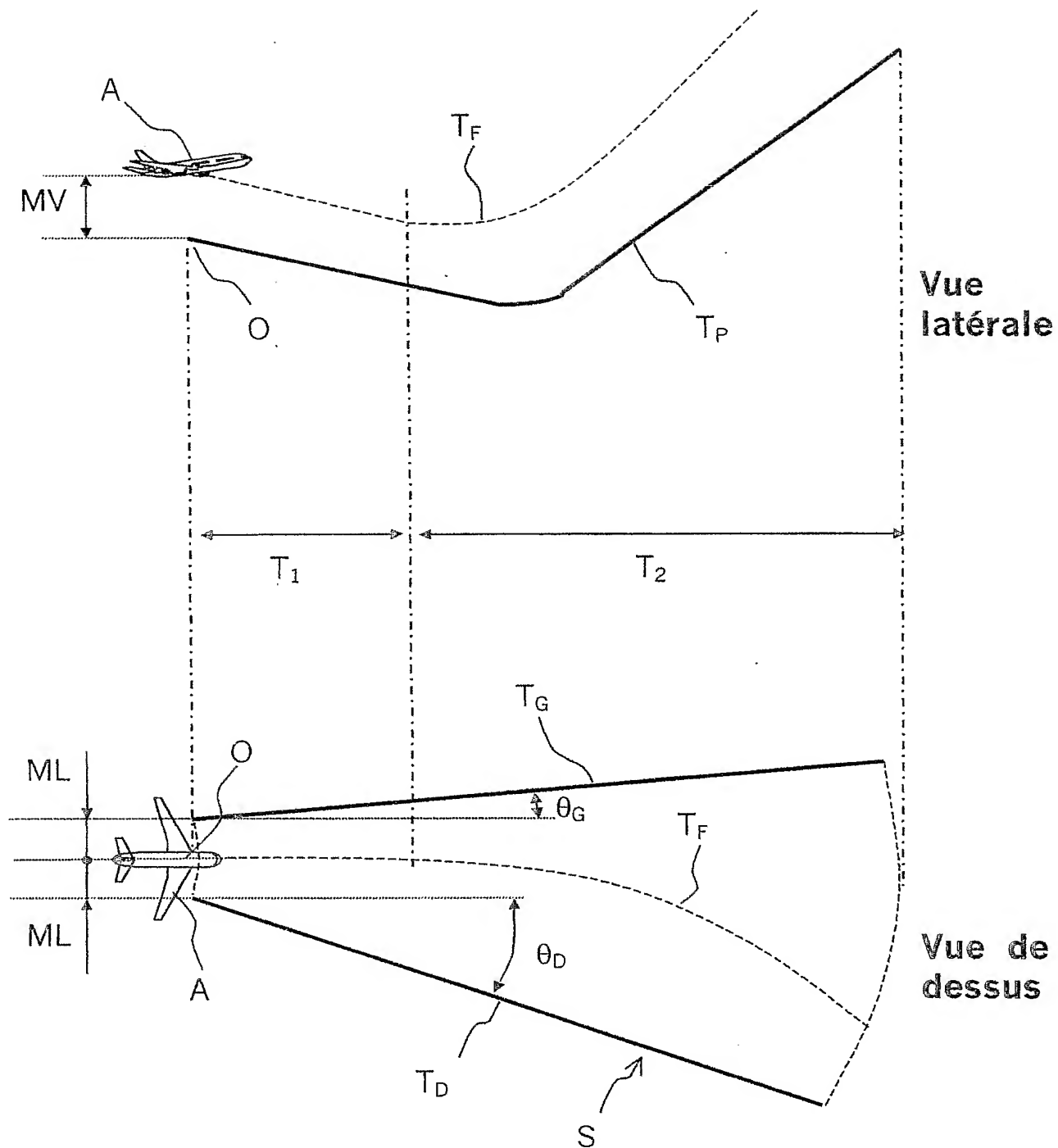


FIG.1

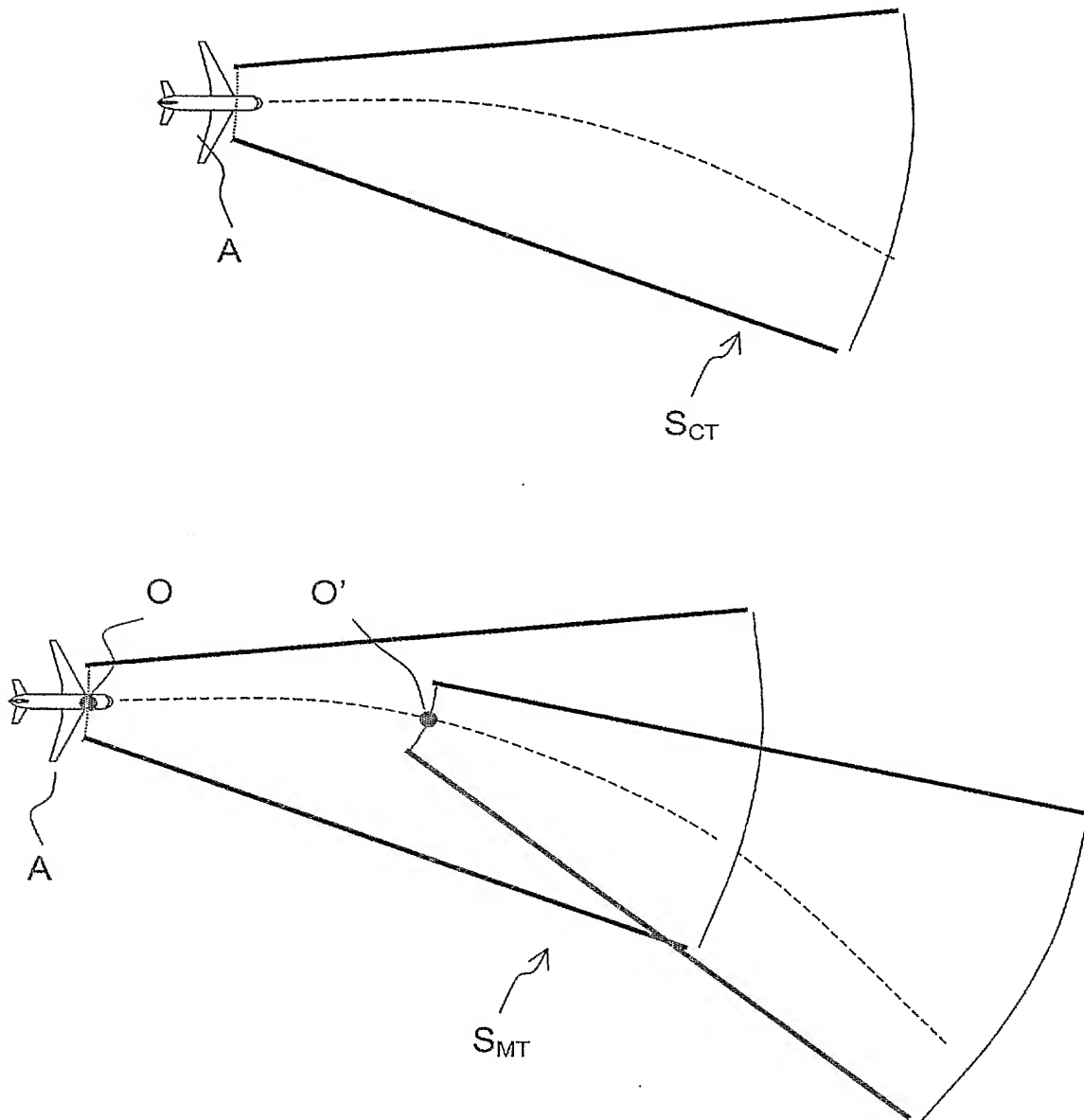


FIG. 2

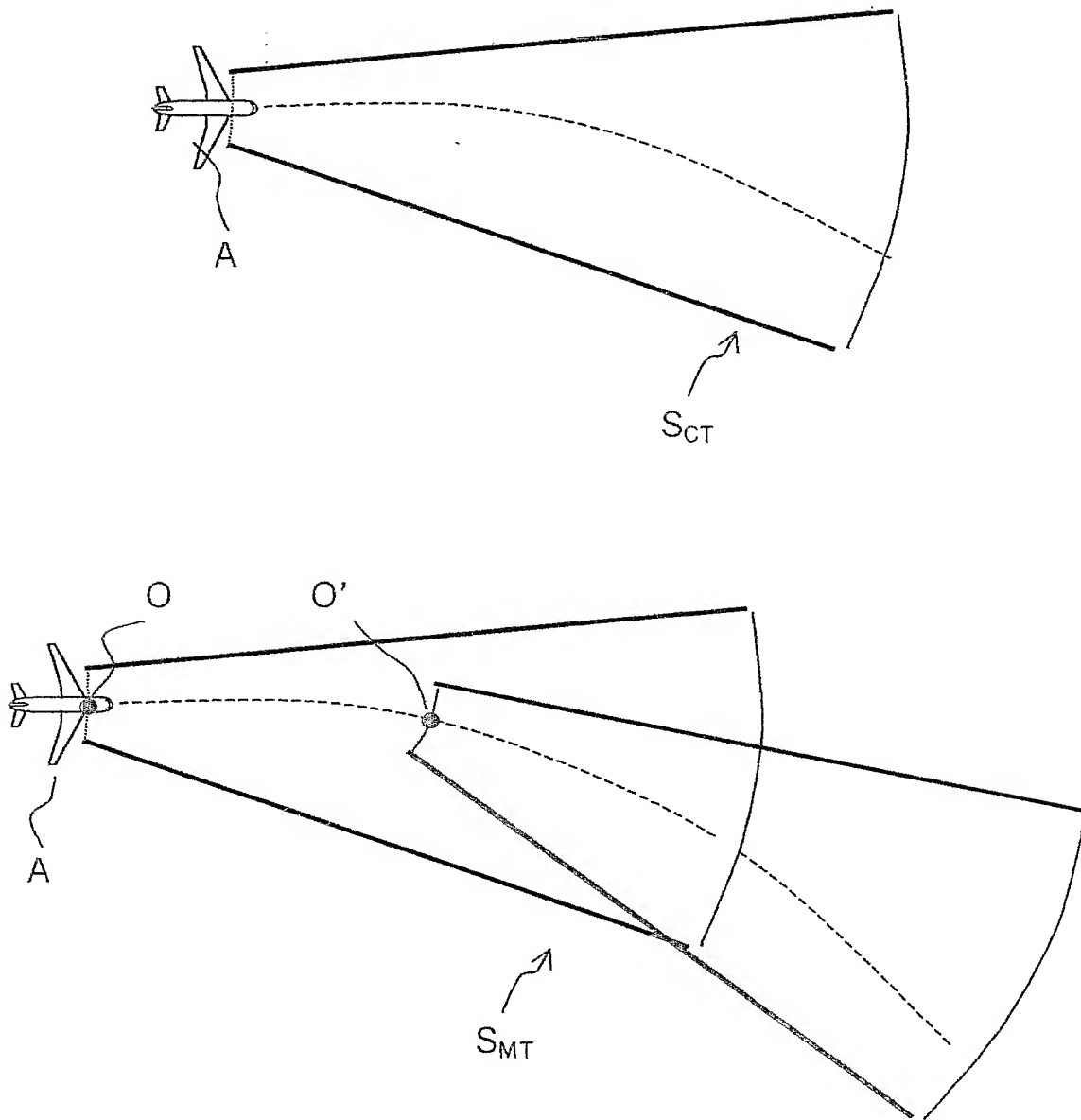


FIG.2

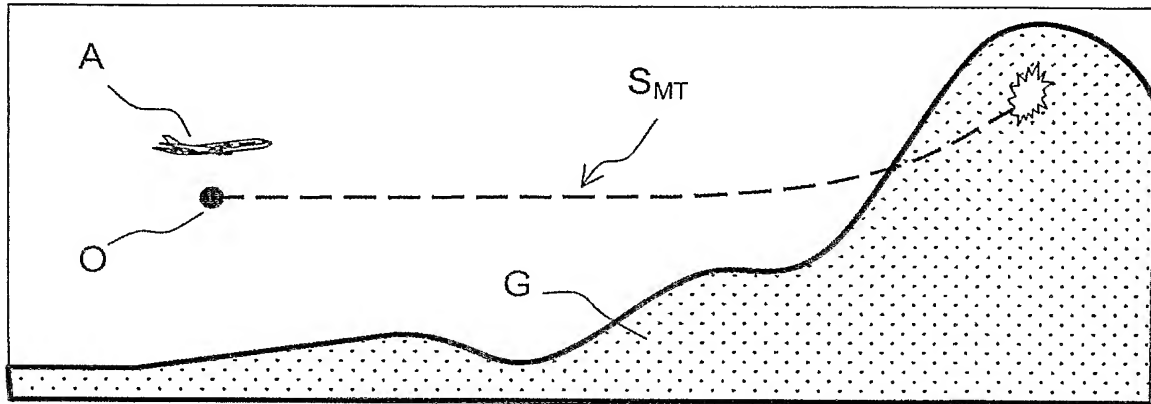


FIG. 3

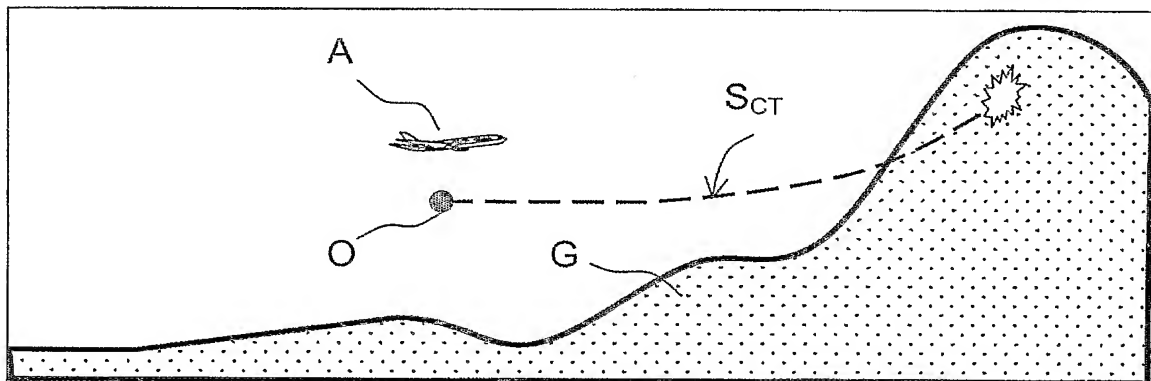


FIG. 4

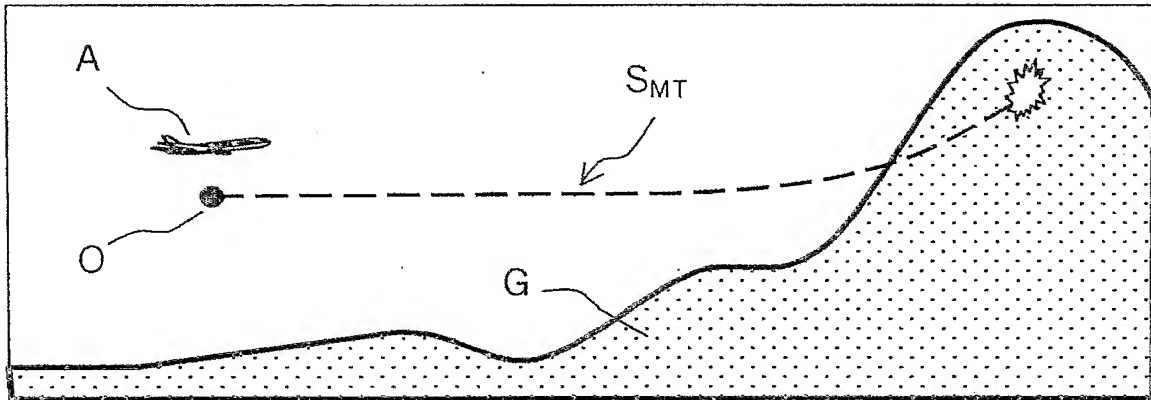


FIG.3

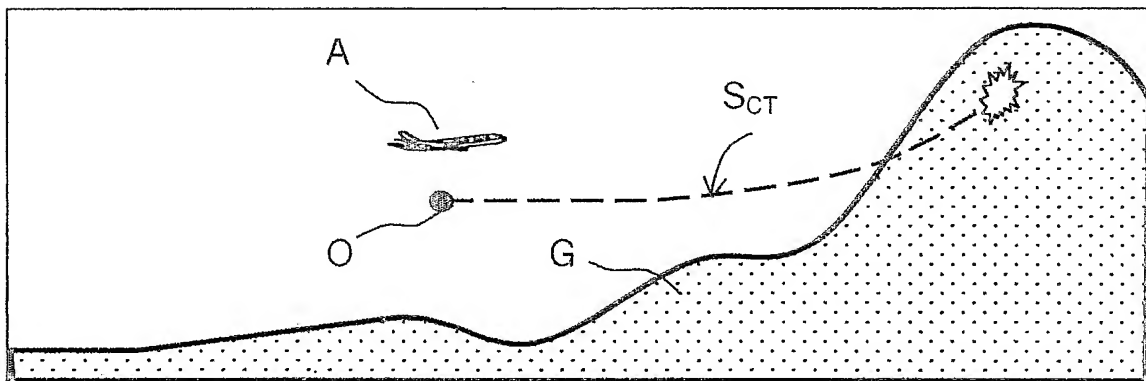


FIG.4

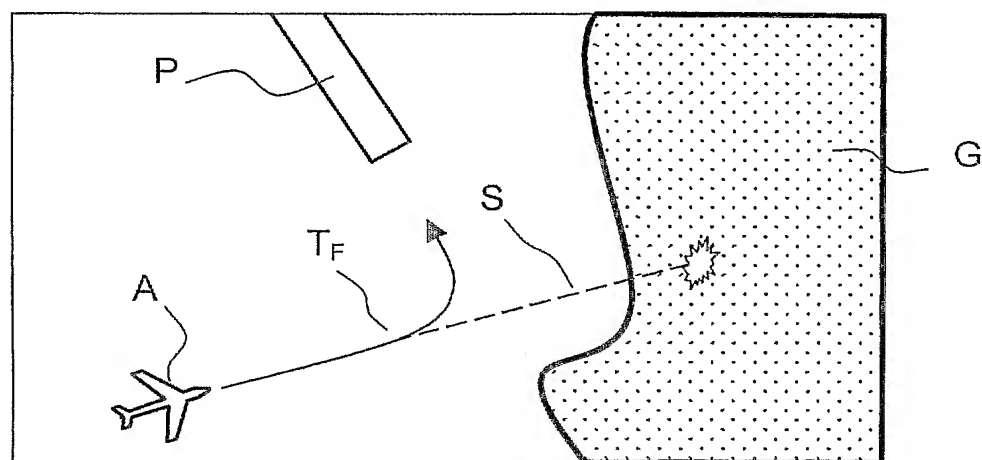
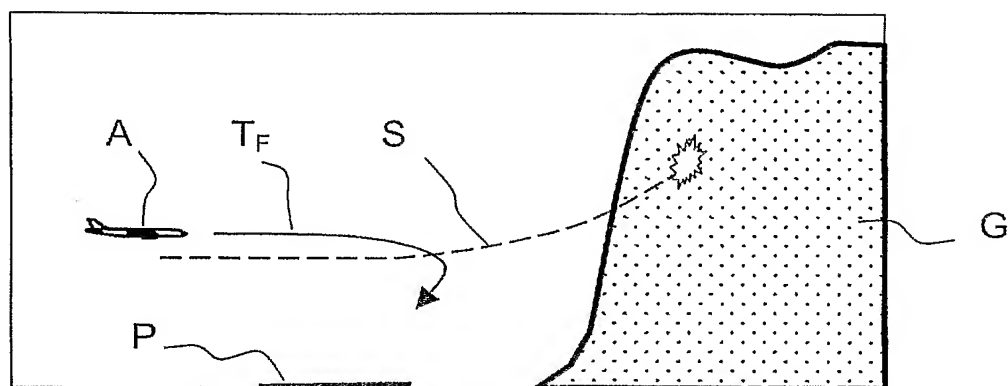


FIG. 5

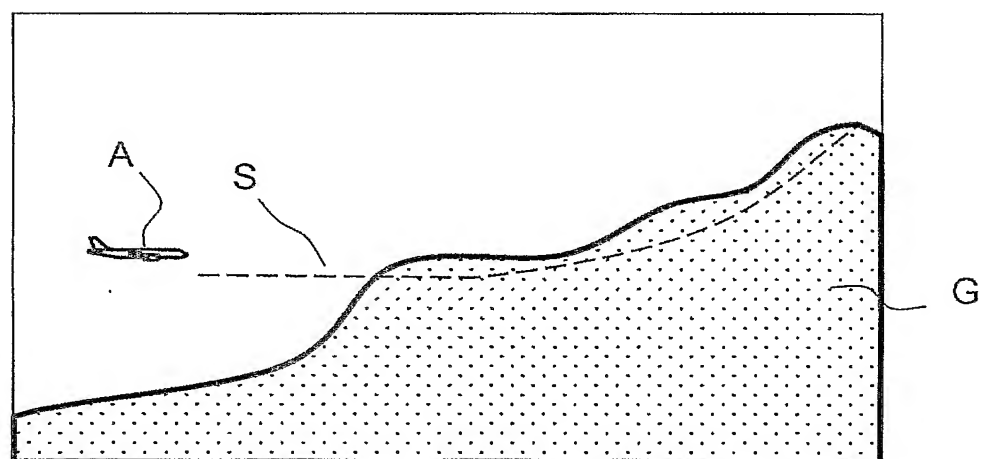


FIG. 6

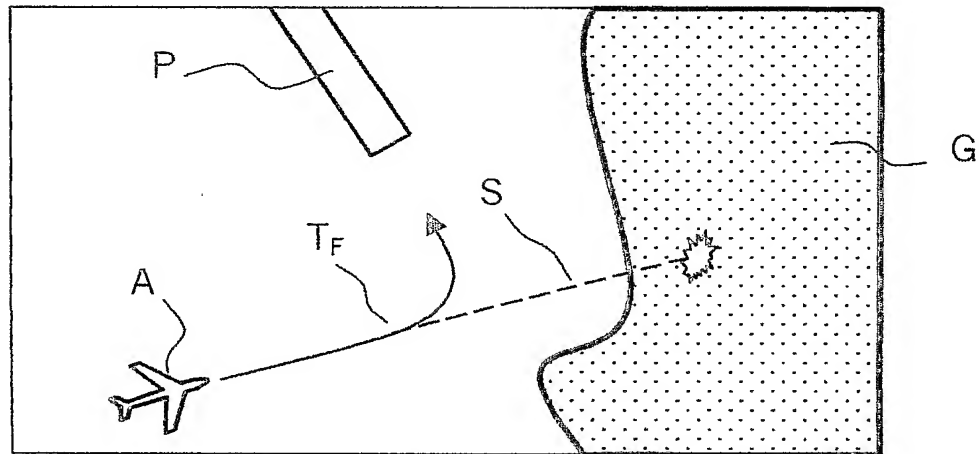
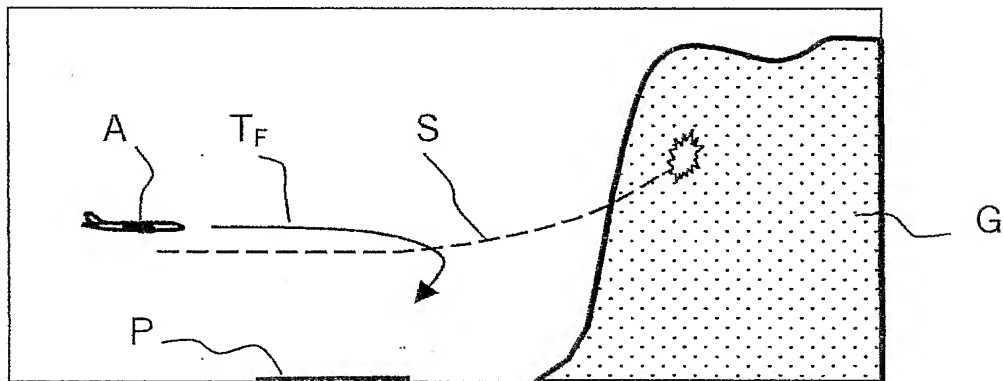


FIG.5

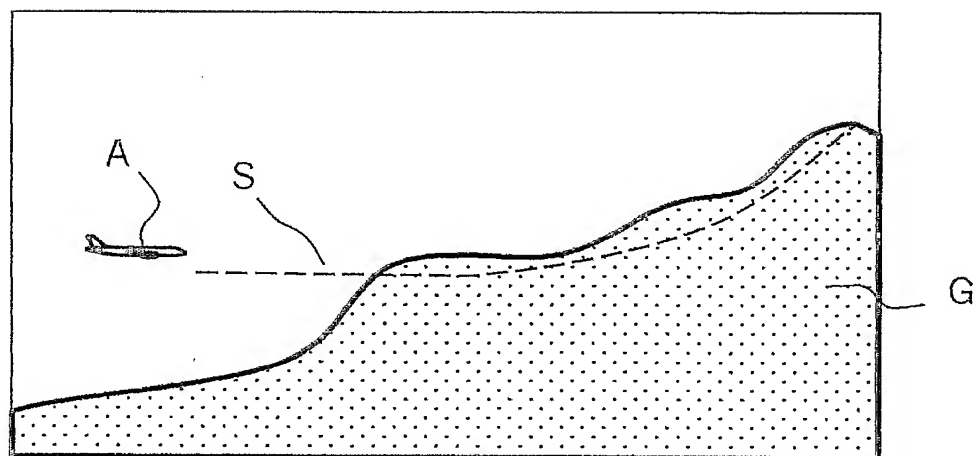


FIG.6

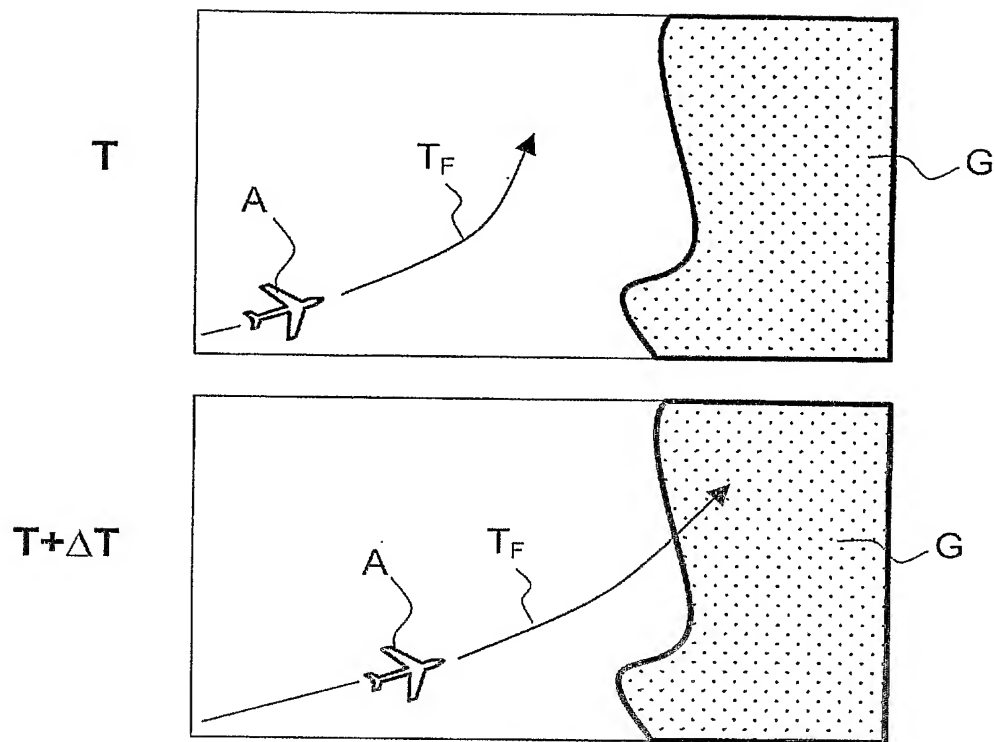


FIG. 7

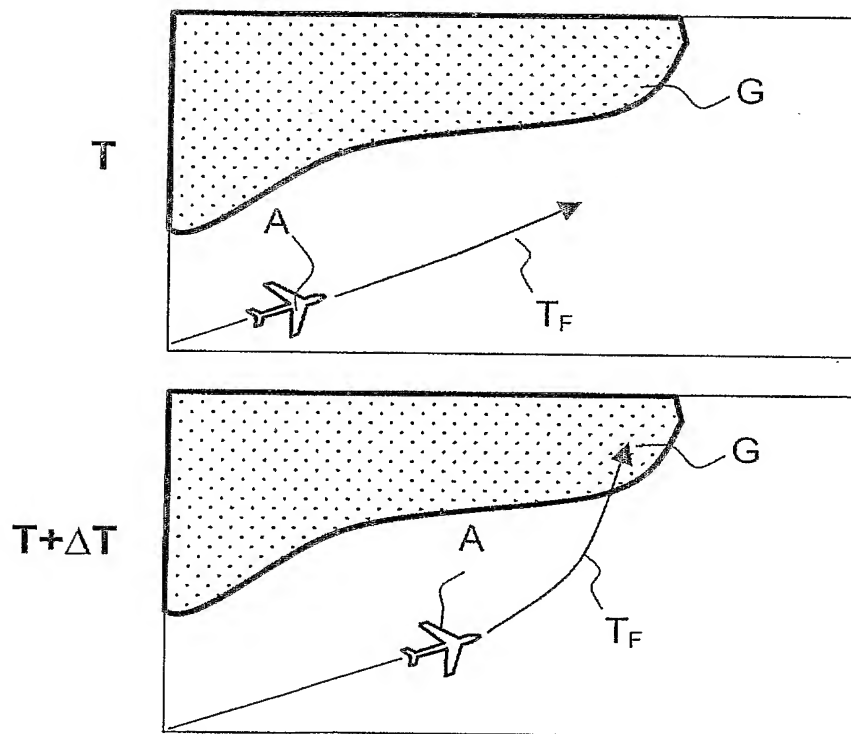


FIG. 8



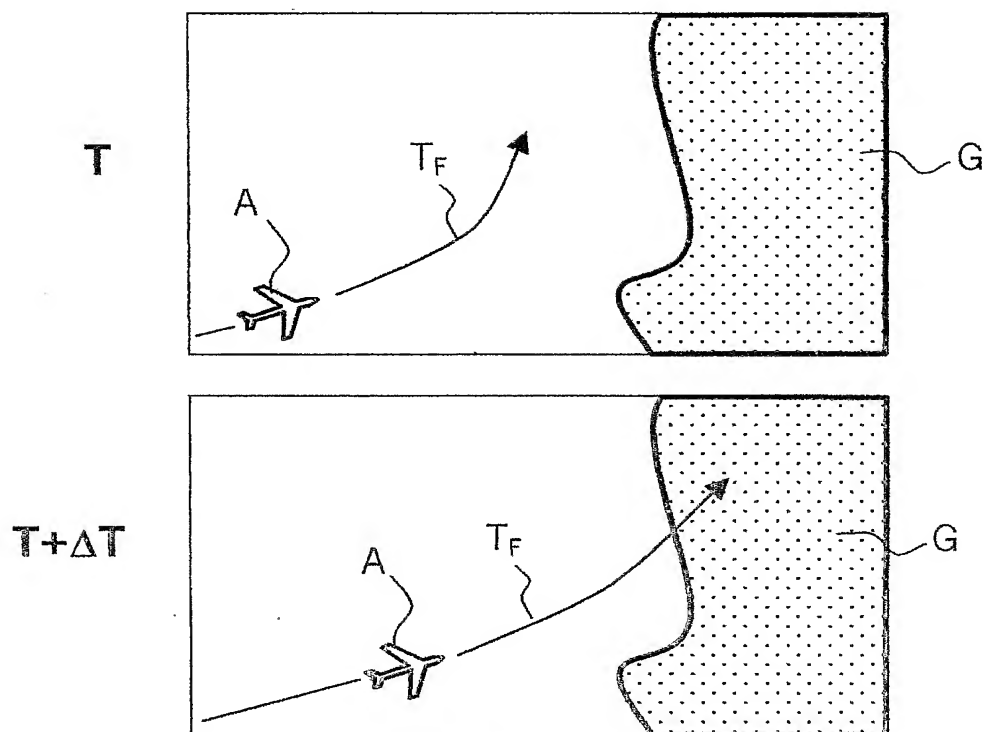


FIG.7

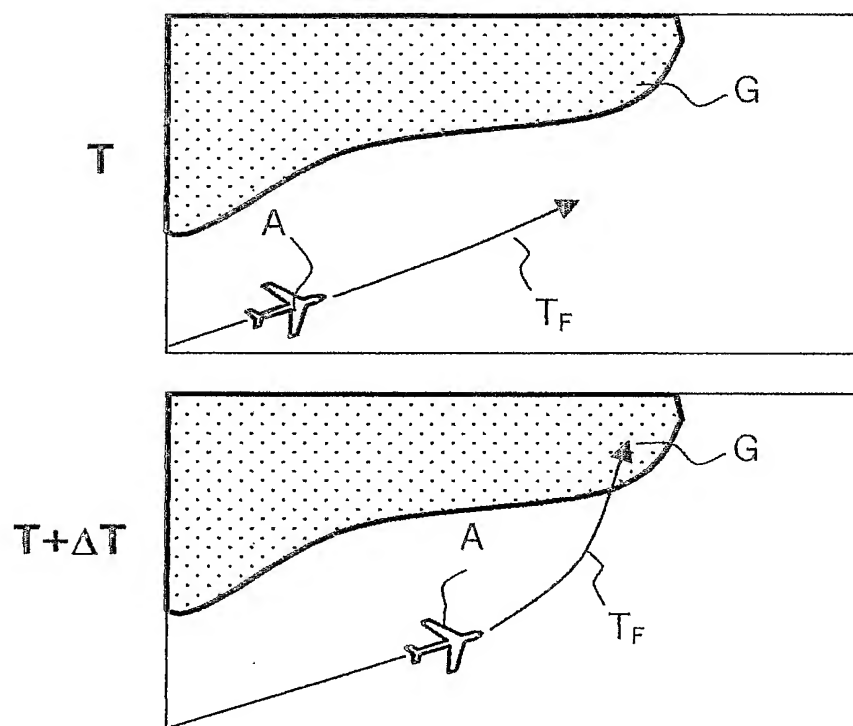


FIG.8

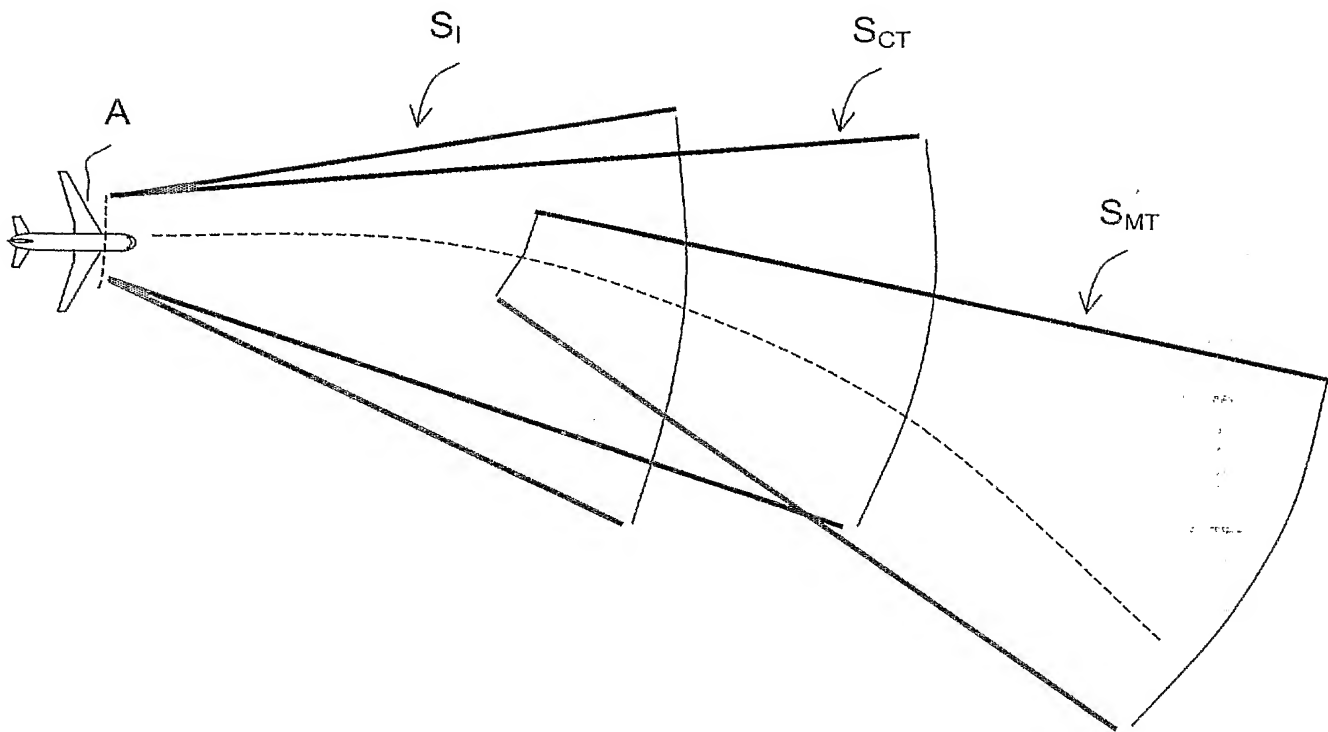


FIG. 9

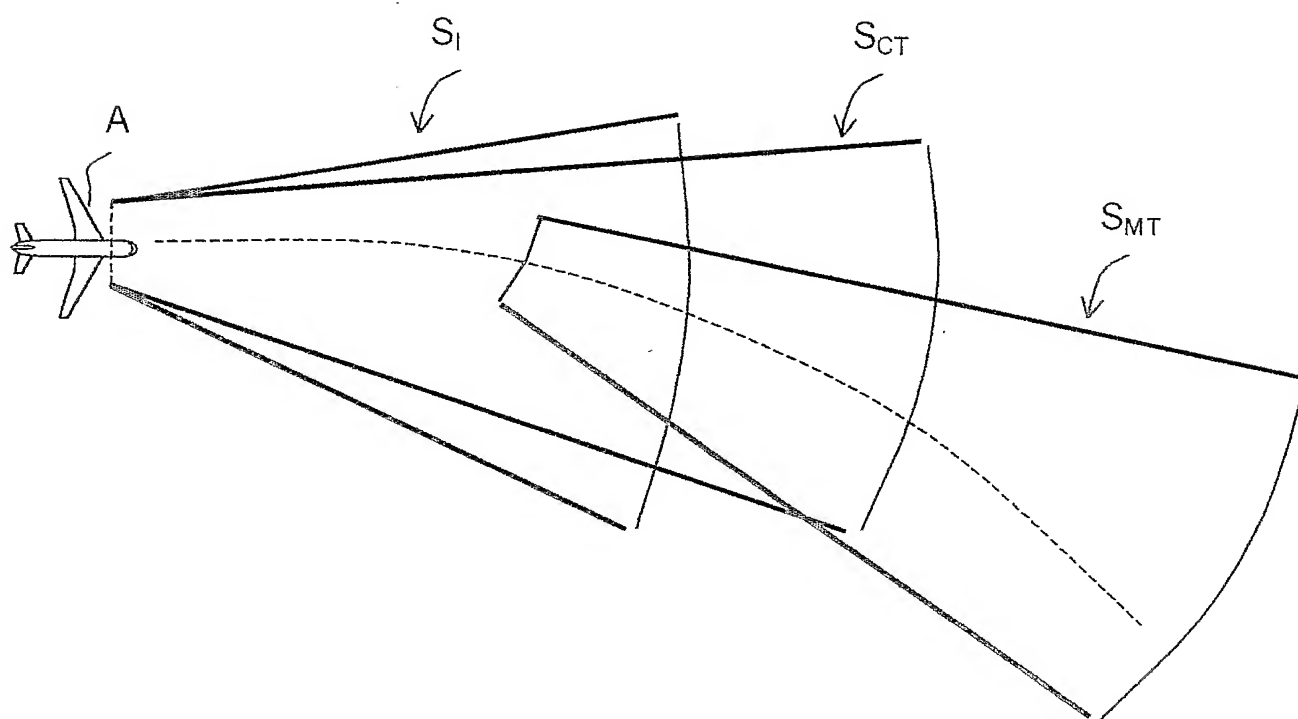


FIG.9

reçue le 24/02/04

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235\*03



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

N° Indigo 0 825 83 85 87

0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1../1..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire



DB 113 @ W / 210103

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		63277
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) DISPOSITIF AVANCE D'ANTI-COLLISION TERRAIN		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> THALES		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<b>1</b>	Nom	SALMON
	Prénoms	Philippe
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33 avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	91411 ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>2</b>	Nom	MEUNIER
	Prénoms	Hugues
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33 avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	91411 ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>3</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>  Sophie ESSELIN		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

